

SUPERABRASIVE GRINDING WHEEL, AND USE LIMIT DETERMINING DEVICE USING THE SAME

Patent Number: JP2000288947

Publication date: 2000-10-17

Inventor(s): NONOKAWA TAKESHI

Applicant(s):: NORITAKE CO LTD

Requested Patent: ☐ JP2000288947 (JP00288947)

Application Number: JP19990095872 19990402

Priority Number(s):

IPC Classification: B24D5/00 ; B23Q17/09 ; B24B49/00 ; B24D3/00 ; B24D3/34

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the use limit determining device of a superabrasive grinding wheel, capable of determining the appearance of a use limit indication mark in an outer peripheral grinding surface or not in the rotating state of the superabrasive grinding wheel.

SOLUTION: When a use limit indication portion 24 composed of abrasive grains different in hardness from a superabrasive layer 22 locally appears in the outer peripheral grinding surface of a superabrasive grinding wheel 12, since an AE signal generated during the dressing of the superabrasive grinding wheel 12 includes a signal corresponding to sliding contact with the use limit indication portion 24, by a use limit determining means (electronic operation control unit 36), the exposure of the use limit indication portion 24 in the outer peripheral surface of the superabrasive grinding wheel 12 is determined based on the change of the AE signal. Since the appearance of the use limit indication portion 24 in the outer peripheral grinding surface in the rotating state of the superabrasive grinding wheel 12 is automatically determined, it is not necessary to stop the rotation of the superabrasive grinding wheel 12 to view the outer peripheral grinding surface, dressing work efficiency is increased, and when a material to be ground is ground, the loss of its actual operation time is eliminated.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-288947

(P2000-288947A)

(43)公開日 平成12年10月17日(2000.10.17)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミナル*(参考)
B 2 4 D 5/00		B 2 4 D 5/00	T 3 C 0 2 9
B 2 3 Q 17/09		B 2 3 Q 17/09	G 3 C 0 3 4
B 2 4 B 49/00		B 2 4 B 49/00	3 C 0 6 3
B 2 4 D 3/00	3 1 0	B 2 4 D 3/00	3 1 0 F
	3 2 0		3 2 0 B

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 12 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-95872

(22)出願日 平成11年4月2日(1999.4.2)

(71)出願人 000004293

株式会社ノリタケカンパニーリミテド
愛知県名古屋市中区則武新町3丁目1番36号

(72)発明者 野々川 岳司

愛知県名古屋市中区則武新町3丁目1番36号
株式会社ノリタケカンパニーリミテド内

(74)代理人 100085361

弁理士 池田 治幸 (外2名)

Fターム(参考) 3C029 AA26 DD16 DD20

3C034 CA06 CA22 CA30 DD05

3C063 AA02 AB03 BA31 BB02 BC05

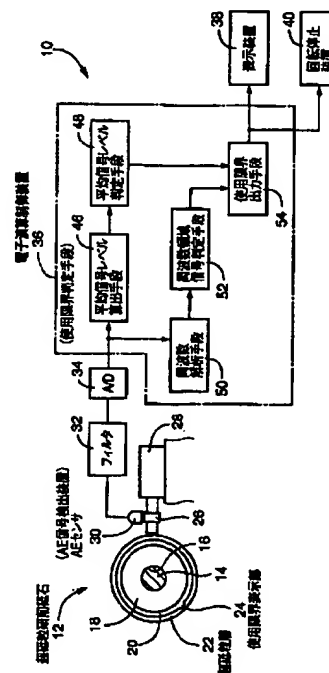
BG01 BG07 FF13

(54)【発明の名称】 超砥粒研削砥石およびそれを用いた使用限界判定装置

(57)【要約】

【課題】 超砥粒研削砥石の回転状態で上記使用限界表示マークが外周研削面に現れたか否かを判定することができる超砥粒研削砥石の使用限界判定装置を提供する。

【解決手段】 超砥粒層22とは異なる硬さの砥粒から構成された使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周研削面において局部的に現れると、超砥粒研削砥石12のドレッシング時において発生するAE信号にはその使用限界表示部24との摺接に対応した信号が含まれるようになるので、使用限界判定手段(電子演算制御装置36)により、そのAE信号の変化に基づいてその使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出したことが判定される。超砥粒研削砥石12の回転状態で上記使用限界表示部24が外周研削面に現れたか否かが自動的に判定されるので、外周研削面を視認するために超砥粒研削砥石12の回転を停止させる必要がなく、ドレッシング作業能率が高められるとともに、被削材を研削加工する場合にはその実稼働時間の損失が解消される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 超砥粒層を外周面に備えた超砥粒研削砥石の使用限界表示部が外周研削面に現れたか否かを回転中に判定可能な超砥粒研削砥石であって、前記超砥粒層の外周面から予め設定された使用限界厚みだけ内周側に位置する部分であって周方向の一部に、研削時或いはドレッシング時において該超砥粒層とは異なるAE信号を発生させる材料から構成され、該超砥粒層がその外周側から使用限界厚みだけ消滅したときに外周面に露出させられる使用限界表示部を含むことを特徴とする超砥粒研削砥石。

【請求項2】 超砥粒層を外周面に備え、該超砥粒層の外周面から予め設定された使用限界厚みだけ内周側に位置する部分であって周方向の一部に、研削時或いはドレッシング時において該超砥粒層とは異なるAE信号を発生させる材料から構成され、該超砥粒層がその外周側から使用限界厚みだけ消滅したときに外周面に露出させられる使用限界表示部を含む超砥粒研削砥石において、該使用限界表示部が外周研削面に現れたか否かを該超砥粒研削砥石の回転状態で判定するための使用限界判定装置であって、前記超砥粒研削砥石の研削時或いはドレッシング時において発生するAE信号を検出するAE信号検出装置と、該AE信号検出装置により検出されたAE信号の変化に基づいて前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことを判定する使用限界判定手段とを、含むことを特徴とする超砥粒研削砥石の使用限界判定装置。

【請求項3】 前記使用限界判定手段は、前記AE信号検出装置により検出されたAE信号の平均信号レベルを算出する平均信号レベル算出手段と、該平均信号レベル算出手段により算出されたAE信号の平均信号レベルが予め設定された平均信号レベル判断基準値を下回ったことを判定する平均信号レベル判定手段とを含み、該平均信号レベル判定手段によりAE信号の平均信号レベルが予め設定された平均信号レベル判断基準値を下回ったと判定されたことに基づいて、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことを判定するものである請求項2の超砥粒研削砥石の使用限界判定装置。

【請求項4】 前記使用限界判定手段は、前記AE信号検出装置により検出されたAE信号の周波数解析を行う周波数解析手段と、該周波数解析手段により周波数解析されたAE信号の周波数領域のうち、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域の信号の大きさが予め設定された周波数成分判断基準値を上まわったことを判定する周波数領域信号判定手段とを含み、該周波数領域信号判定手段により、前記AE信号の周波数領域のうち前記使用限界表示部が前記

超砥粒研削砥石の外周の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域の信号の大きさが予め設定された周波数成分判断基準値を上まわったと判定されたことに基づいて、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことを判定するものである請求項2の超砥粒研削砥石の使用限界判定装置。

【請求項5】 超砥粒層を外周面に備え、該超砥粒層の外周面から予め設定された使用限界厚みだけ内周側に位置する部分であって周方向の一部に、研削時或いはドレッシング時において該超砥粒層とは異なる色相の材質から構成され、該超砥粒層がその外周側から使用限界厚みだけ消滅したときに外周面に露出させられる使用限界表示部を含む超砥粒研削砥石において、該使用限界表示部が外周研削面に現れたか否かを該超砥粒研削砥石の回転状態で判定するための使用限界判定装置であって、前記超砥粒研削砥石の外周面からの反射光を検出する反射光検出装置と、該反射光検出装置により検出された反射光の変化に基づいて前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことを判定する使用限界判定手段とを、含むことを特徴とする超砥粒研削砥石の使用限界判定装置。

【請求項6】 前記使用限界判定手段は、前記反射光検出装置により検出された反射光を表す信号の平均信号レベルを算出する平均信号レベル算出手段と、該平均信号レベル算出手段により算出された反射光を表す信号の平均信号レベルが予め設定された平均信号レベル判断基準値を上回ったこと或いは下回ったことを判定する平均信号レベル判定手段とを含み、該平均信号レベル判定手段により反射光を表す信号の平均信号レベルが予め設定された平均信号レベル判断基準値を上回った或いは下回ったと判定されたことに基づいて、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことを判定するものである請求項5の超砥粒研削砥石の使用限界判定装置。

【請求項7】 前記使用限界判定手段は、前記反射光検出装置により検出された反射光を表す信号の周波数解析を行う周波数解析手段と、該周波数解析手段により周波数解析された反射光を表す信号の周波数領域のうち、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域の信号の大きさが予め設定された周波数成分判断基準値を上まわったことを判定する周波数領域信号判定手段とを含み、該周波数領域信号判定手段により、前記反射光を表す信号の周波数領域のうち前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域の信号の大きさが予め設定された周波数成分判断基準値を上まわったと判定されたことに基づいて、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことを判定するものであ

る請求項5の超砥粒研削砥石の使用限界判定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、砥石の回転を止めないでその砥石の砥粒層の消耗による使用限界を確認できる超砥粒研削砥石およびそれを用いた使用限界判定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】CBN砥粒或いはダイヤモンド砥粒などの超砥粒は、溶融アルミナ砥粒などの一般砥粒に比較してその価が数千倍程度に高価である。このため、超砥粒を研削砥石に用いる場合には、コア部或いはその外周に固着したダミー層の外周面に数mm乃至十数mmの厚みの超砥粒層が設けられる。このような超砥粒研削砥石は、長い工具寿命が得られるけれども高単価であるため、上記のように比較的薄い砥粒層を無駄なく使用することが望まれるが、研削加工中に砥粒層が消滅すると、被削材が砥粒層の下側のダミー層に摺接して不良品を発生させてしまうおそれがある。特に、機械化或いは省人化された生産設備では大量に不良品を発生させる可能性がある。

【0003】これに対し、上記砥粒層の厚みが減少してその使用限界に到達すると、予め砥石内に目視により識別可能となるように設けられた使用限界表示マークが研削面に露出するようにした砥石が提案されている。たとえば、実開昭52-75892号公報、登録実用新案第3049921号公報にそれぞれ記載された超砥粒研削砥石がそれである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のように使用限界表示マークが研削面に露出するようにされた超砥粒研削砥石は、比較的高速で回転する状態においてその外周研削面に現れた使用限界表示マークを識別することが困難であることから、使用限界に近づくと繰り返しその回転を停止させた状態で外周研削面を視認するために、超砥粒研削砥石の回転減速時間、停止時間、回転上昇時間を必要とするので、ドレッシング作業能率が低下したり、或いは被削材の研削加工時間すなわち実稼働時間の損失が発生するとともに、研削作業の自動化が困難となるという不都合があった。また、たとえばNC制御機では、加工不良を出さないために実際の砥石廃却径よりも大きな砥石径で砥石の交換時期が予め設定入力され、超砥粒層が残存している未だ使用可能な砥石が早めに交換されるという欠点もあった。

【0005】本発明は以上の事情を背景として為されたものであり、その目的とするところは、超砥粒研削砥石の回転中に上記使用限界表示マークが外周研削面に現れたか否かを判定することができる超砥粒研削砥石およびその使用限界判定装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための第1の手段】かかる目的を達成するための第1発明の要旨とするところは、超砥粒層を外周面に備えた超砥粒研削砥石の使用限界表示部が外周研削面に現れたか否かを回転中に判定可能な超砥粒研削砥石であって、前記超砥粒層の外周面から予め設定された使用限界厚みだけ内周側に位置する部分であって周方向の一部に、研削時或いはドレッシング時においてその超砥粒層とは異なるAE信号を発生させる材料から構成され、その超砥粒層がその外周側から使用限界厚みだけ消滅したときに外周面に露出させられる使用限界表示部を含むことにある。

【0007】

【第1発明の効果】このようにすれば、超砥粒層がその外周側から使用限界厚みだけ消滅したとき、その超砥粒層の外周面から予め設定された使用限界厚みだけ内周側に位置する部分であって周方向の一部に設けられた使用限界表示部が外周面に露出させられて、その超砥粒層とは異なるAE信号が研削時或いはドレッシング時において発生させられるので、そのAE信号の変化に基づいて、超砥粒研削砥石の回転中に上記使用限界表示部が外周研削面に現れたか否かが自動的に判定されるので、外周研削面を視認するために超砥粒研削砥石の回転を停止させる必要がなく、ドレッシング作業の場合にはその作業能率が高められるとともに、被削材を研削加工する場合にはその加工時間すなわち実稼働時間の損失が解消される。また、超砥粒研削砥石が目視できない位置に装着されていてもその使用限界が自動的に判定されるので、湿式研削や自動研削盤などにおいて研削作業の自動化が容易となる。しかも、超砥粒層が殆ど残存しない状態まで超砥粒研削砥石を使用できるので、未だ使用可能な砥石を早めに交換する必要がない。さらに、使用限界表示部が超砥粒層の外周面から予め設定された使用限界厚みだけ内周側に位置する部分であって周方向の一部に設けられているので、使用限界が判定されたときでも、被削材に対しては専ら超砥粒層が摺接しているので、研削加工面の荒れなどが好適に防止される。

【0008】

【課題を解決するための第2の手段】また、上記第1発明の超砥粒研削砥石を用いた使用限界判定装置の要旨とするところは、超砥粒層を外周面に備え、その超砥粒層の外周面から予め設定された使用限界厚みだけ内周側に位置する部分であって周方向の一部に、研削時或いはドレッシング時においてその超砥粒層とは異なるAE信号を発生させる材料から構成され、その超砥粒層がその外周側から使用限界厚みだけ消滅したときに外周面に露出させられる使用限界表示部を含む超砥粒研削砥石において、その使用限界表示部が外周研削面に現れたか否かをその超砥粒研削砥石の回転状態で判定するための使用限界判定装置であって、(a) 前記超砥粒研削砥石の研削時或いはドレッシング時において発生するAE信号を検出

するAE信号検出装置と、(b) そのAE信号検出装置により検出されたAE信号の変化に基づいて前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことを判定する使用限界判定手段とを、含むことにある。

【0009】

【第2発明の効果】このようにすれば、超砥粒層とは異なるAE信号を発生させる材質から構成された使用限界表示部が外周研削面において局部的に現れると、超砥粒研削砥石の研削時或いはドレッシング時において発生するAE信号にはその使用限界表示部との摺接に対応した信号が含まれるようになるので、使用限界判定手段により、そのAE信号の変化に基づいてその使用限界表示部が超砥粒研削砥石の外周面に露出したことが判定される。このため、超砥粒研削砥石の回転中に上記使用限界表示マークが外周研削面に現れたか否かが自動的に判定されるので、外周研削面を視認するために超砥粒研削砥石の回転を停止させる必要がなく、ドレッシング作業の場合にはその作業能率が高められるとともに、被削材を研削加工する場合にはその加工時間すなわち実稼働時間の損失が解消される。また、超砥粒研削砥石が目視できない位置に装着されていてもその使用限界が自動的に判定されるので、湿式研削や自動研削盤などにおいて研削作業の自動化が容易となる。しかも、超砥粒層が殆ど残存しない状態まで超砥粒研削砥石を使用できるので、未だ使用可能な砥石を早めに交換する必要がない。さらに、使用限界表示部が超砥粒層の外周面から予め設定された使用限界厚みだけ内周側に位置する部分であって周方向の一部に設けられているので、使用限界が判定されたときでも、被削材に対しては超砥粒層が摺接しているので、加工面の荒れなどが好適に防止される。

【0010】

【課題を解決するための第3の手段】また、上記第1発明の超砥粒研削砥石を用いた使用限界判定装置の要旨とするところは、超砥粒層を外周面に備え、その超砥粒層の外周面から予め設定された使用限界厚みだけ内周側に位置する部分であって周方向の一部に、研削時或いはドレッシング時においてその超砥粒層とは異なる色相の材質から構成され、その超砥粒層がその外周側から使用限界厚みだけ消滅したときに外周面に露出させられる使用限界表示部を含む超砥粒研削砥石において、その使用限界表示部が外周研削面に現れたか否かをその超砥粒研削砥石の回転状態で判定するための使用限界判定装置であって、(a) 前記超砥粒研削砥石の外周面からの反射光を検出する反射光検出装置と、(b) その反射光検出装置により検出された反射光の変化に基づいて前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことを判定する使用限界判定手段とを、含むことにある。

【0011】

【第3発明の効果】このようにすれば、超砥粒層とは異なる色相の材質から構成された使用限界表示部が外周研

削面において局部的に現れると、超砥粒研削砥石の外周面からの反射光にはその使用限界表示部の色相に対応した信号が含まれるようになるので、使用限界判定手段により、その反射光の変化に基づいてその使用限界表示部が超砥粒研削砥石の外周面に露出したことが判定される。このため、超砥粒研削砥石の回転状態で上記使用限界表示部が外周研削面に現れたか否かが自動的に判定されるので、外周研削面を視認するために超砥粒研削砥石の回転を停止させる必要がなく、ドレッシング作業の場合にはその作業能率が高められるとともに、被削材を研削加工する場合にはその加工時間すなわち実稼働時間の損失が解消される。また、超砥粒研削砥石が目視できない位置に装着されていてもその使用限界が自動的に判定されるので、湿式研削や自動研削盤などにおいて研削作業の自動化が容易となる。しかも、超砥粒層が殆ど残存しない状態まで超砥粒研削砥石を使用できるので、未だ使用可能な砥石を早めに交換する必要がない。さらに、使用限界表示部が超砥粒層の外周面から予め設定された使用限界厚みだけ内周側に位置する部分であって周方向の一部に設けられているので、使用限界が判定されたときでも、被削材に対しては専ら超砥粒層が摺接しているので、研削加工面の荒れなどが好適に防止される。

【0012】

【発明の他の態様】ここで、前記第2発明において、好適には、前記使用限界判定手段は、前記AE信号検出装置により検出されたAE信号の平均信号レベルを算出する平均信号レベル算出手段と、その平均信号レベル算出手段により算出されたAE信号の平均信号レベルが予め設定された平均信号レベル判断基準値を下回ったことを判定する平均信号レベル判定手段とを含み、その平均信号レベル判定手段によりAE信号の平均信号レベルが予め設定された平均信号レベル判断基準値を下回ったと判定されたことに基づいて前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことを判定するものである。このようにすれば、超砥粒研削砥石の回転中すなわち研削加工中において、平均信号レベル判定手段によりAE信号の平均信号レベルが予め設定された平均信号レベル判断基準値を下回ったと判定されたことに基づいて、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことが自動的に判定される。

【0013】また、前記第2発明において、好適には、前記使用限界判定手段は、前記AE信号検出装置により検出されたAE信号の周波数解析を行う周波数解析手段と、その周波数解析手段により周波数解析されたAE信号の周波数領域のうち、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域の信号の大きさが予め設定された周波数成分判断基準値を上まわったことを判定する周波数領域信号判定手段とを含み、その周波数領域信号判定手段により、前記AE信号の周波数領域のうち前記使用限界表示

部が前記超砥粒研削砥石の外周の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域の信号の大きさが予め設定された周波数成分判断基準値を上まわったと判定されたことに基づいて、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことを判定するものである。このようにすれば、超砥粒研削砥石の回転中すなわち研削加工中において、前記AE信号の周波数領域のうち前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域の信号の大きさが予め設定された周波数成分判断基準値を上まわったと判定されたことに基づいて、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことが自動的に判定される。

【0014】また、前記第2発明において、好適には、前記使用限界表示部は、前記超砥粒層の内側に設けられた一般砥粒層の外周面の一部が僅かに外周側に突き出したものであり、その一般砥粒層は、所定の粒径を有する主砥粒と、その主砥粒の $1/2$ 乃至 $1/3$ の平均粒径を備えた副砥粒を含む砥石組織から成るものである。このようにすれば、使用限界表示部が被削材に接触しても加工不良品を発生させないし、一般砥粒層のプレス成形時のスプリングバックが小さくされ得る径方向すなわち厚み方向において高い寸法精度が得られ、たとえば従来の0.2mm程度の厚み公差に対して0.02mm程度の厚み公差の一般砥粒層が得られる利点がある。

【0015】また、前記第3発明において、好適には、前記使用限界判定手段は、前記反射光検出装置により検出された反射光を表す信号の平均信号レベルを算出する平均信号レベル算出手段と、その平均信号レベル算出手段により算出された反射光を表す信号の平均信号レベルが予め設定された平均信号レベル判断基準値を上回ったこと或いは下回ったことを判定する平均信号レベル判定手段とを含み、その平均信号レベル判定手段により反射光を表す信号の平均信号レベルが予め設定された平均信号レベル判断基準値を上回った或いは下回ったと判定されたことに基づいて、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことを判定するものである。このようにすれば、超砥粒研削砥石の回転中すなわち研削加工中において、平均信号レベル判定手段により反射光を表す信号の平均信号レベルが予め設定された平均信号レベル判断基準値を上回った或いは下回ったと判定されたことに基づいて、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことが自動的に判定される。

【0016】また、前記第3発明において、好適には、前記使用限界判定手段は、前記反射光検出装置により検出された反射光を表す信号の周波数解析を行う周波数解析手段と、その周波数解析手段により周波数解析された反射光を表す信号の周波数領域のうち、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周の所定場所を通過する

周波数に対応する周波数領域の信号の大きさが予め設定された周波数成分判断基準値を上まわったことを判定する周波数領域信号判定手段とを含み、その周波数領域信号判定手段により、前記反射光を表す信号の周波数領域のうち前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域の信号の大きさが予め設定された周波数成分判断基準値を上まわったと判定されたことに基づいて、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことを判定するものである。このようにすれば、超砥粒研削砥石の回転中すなわち研削加工中において、周波数領域信号判定手段により、前記反射光を表す信号の周波数領域のうち前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域の信号の大きさが予め設定された周波数成分判断基準値を上まわったと判定されたことに基づいて、前記使用限界表示部が前記超砥粒研削砥石の外周面に露出したことが自動的に判定される。

【0017】また、前記第2発明および第3発明において、好適には、前記超砥粒研削砥石は、その使用限界表示部の存在位置或いは回転中心に対してその存在位置と反対側に位置を示す位置マークを備えたものである。このようにすれば、超砥粒研削砥石をそれが支持される回転支持軸に取り付けるに際して、上記位置マークを利用することによりその超砥粒研削砥石と回転支持軸との間の嵌合公差分たとえば $20\mu\text{m}$ だけ使用限界表示部が外周側に位置するように固定することができるので、使用限界表示部が超砥粒研削砥石の外周面に確実に露出させられる利点がある。

【0018】

【発明の好適な実施の形態】以下、本発明の一適用例の使用限界判定装置10を図面に基づいて詳細に説明する。

【0019】図1において、超砥粒研削砥石12は、回転支持軸14に固定されることによりたとえば水平な軸心まわりに回転駆動されるようになっている。図2および図3に詳しく示すように、上記超砥粒研削砥石12は、取付穴16を備えて円板状を成すたとえば鋼（スチール）製の台金18と、その台金18の外周面に固着された一般砥粒層すなわちダミー層20と、そのダミー層20の外周面に固着された超砥粒層22とから構成されている。超砥粒層22は、たとえば140番乃至170番の粒度のCBN砥粒がビトリファイドボンドにより結合させられた集中度が50程度且つ結合度がQ程度であって厚みが4乃至5mm程度のビトリファイド砥石組織から構成されている。また、上記ダミー層20は、上記超砥粒層22とは異なる材質に由来して色相が異なっており、2種類の平均粒径を備えた一般砥粒たとえば溶融アルミナ、炭化珪素、溶融ムライトがビトリファイドボンドにより結合された厚みが4.0mm程度のビトリファイ

ド砥石組織から構成されている。上記ダミー層20は、たとえば60番程度の溶融ムライト（主砥粒）とそれよりも1/2乃至1/3程度の粒径たとえば180番程度の溶融ムライト（副砥粒）とビトリファイドボンドとから成り、それらの割合は、41.8容積%、17.9容積%、19.1容積%程度である。

【0020】図3に示すように、上記超砥粒研削砥石12内には、ダミー層20の外周面の一部からたとえば0.04mm程度の極めて小さな距離Aだけ外周側へ突き出す使用限界表示部24が設けられている。被削材の研削加工或いはドレッシングにより超砥粒研削砥石12の外周面すなわち超砥粒層22が消耗してその厚みが減少することによりその超砥粒層22が殆ど残されていない使用限界状態となると、上記使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出させられるようになっている。また、上記超砥粒研削砥石12には、その回転中心に対して使用限界表示部24の存在位置と反対側に位置を示す位置マーク25が設けられている。

【0021】図1には、超砥粒研削砥石12の外周面全体の修正或いは目立てを行うためにたとえばダイヤモンドドレッサ26を用いて0.002mm程度の切れ込みを数回繰り返すことで終了するドレッシング作業の状態が示されている。ダイヤモンドドレッサ26は、超砥粒研削砥石12の回転軸心に平行な方向に送られるホルダ28に固定されており、超砥粒研削砥石12の外周面に先端部が接触し僅かに切り込んだ状態でその外周面の幅方向に横切るように移動させられるようになっている。

【0022】上記ダイヤモンドドレッサ26には、超砥粒研削砥石12の外周面に露出する砥粒がダイヤモンドドレッサ26の先端部との接触により破碎されるときに放射される超音波すなわちAE（Acoustic Emission）を検出してその超音波を表すAE信号を出力するためのAEセンサ30が設けられている。超砥粒研削砥石12の外周面に露出する砥粒の破碎により発生する超音波は、ドレッシング点に流下させられる研削液を介してダイヤモンドドレッサ26へ伝播し、AEセンサ30により連続的に検出されるようになっているのである。

【0023】上記AEセンサ30により検出されたAE信号は、専らAE信号の周波数成分を通過させ且つ信号増幅するフィルタ32とアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換器34とを順次通して、電子演算制御装置36へ連続的に供給される。この電子演算制御装置36は、CPU、ROM、RAM、インターフェースを含む所謂マイクロコンピュータであって、CPUはRAMの一時記憶機能を利用しつつROMに予め記憶されたプログラムに従って入力信号を処理し、超砥粒研削砥石12の使用限界を表す使用限界信号SLを、超砥粒研削砥石12の使用限界を光、画像或いは音声などで示すための表示装置38と超砥粒研削砥石12を回転駆動している図示しないモータを自動的に停止させるための自

動停止装置40とへそれぞれ出力する。

【0024】図1の1点鎖線内には、上記電子演算制御装置36の制御機能の要部を説明する機能ブロックが示されている。電子演算制御装置36は、使用限界判定手段として機能するものであり、上記AEセンサ30により検出されたAE信号の変化に基づいて使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出したことを判定する。この電子演算制御装置36には、そのプログラムによって構成される平均信号レベル算出手段46、平均信号レベル判定手段48、周波数解析手段50、周波数領域信号判定手段52、使用限界出力手段54が含まれる。

【0025】平均信号レベル算出手段46は、電子演算制御装置36へ連続的に入力された使用限界信号SLの所定の移動区間内における移動平均値すなわち平均信号レベル S_{AV} を算出する。この移動平均の算出区間は、少なくとも前記使用限界表示部24が通過する期間たとえば超砥粒研削砥石12の1回転周期以上の期間に設定される。平均信号レベル判定手段48は、その平均信号レベル算出手段46により算出されたAE信号の平均信号レベル S_{AV} が予め設定された平均信号レベル判断基準値 S_{AV1} を下回ったか否かを判定する。この平均信号レベル判断基準値 S_{AV1} は、超砥粒よりも硬度が低い一般砥粒から構成された使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出させられたときの平均信号レベル S_{AV} の低下を判定するために、その低下値よりも所定値高く設定された値である。たとえば、使用限界表示部24が露出させられていないときの平均信号レベル S_{AV} が「10」であり、使用限界表示部24が露出させられたときの平均信号レベル S_{AV} が「9.3」とであるとする、「10」と「9.3」との間の値に設定される。

【0026】周波数解析手段50は、連続的に入力されるAE信号の周波数解析をたとえば高速フーリエ変換を用いて実行し、AE信号を構成する周波数成分毎の信号強度を、たとえば図4に示すように算出する。周波数領域信号判定手段52は、上記周波数解析手段50により周波数解析されたAE信号の周波数成分のうち、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周において定められた位置固定の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域Bの信号の大きさ S_{FT} が予め設定された周波数成分判断基準値 S_{FT1} を上まわったか否かを判定する。図4に示すAE信号の周波数成分において、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周に露出させられると、その使用限界表示部24の通過周期に対応する周波数成分を含む周波数領域Bの信号成分が大きくなってピークが発生することから、上記周波数成分判断基準値 S_{FT1} はそのピークの有無を判定するために予め実験的に設定されたものである。

【0027】使用限界出力手段54は、上記平均信号レベル判定手段48により、平均信号レベル算出手段46

により算出されたAE信号の平均信号レベル S_{AV} が予め設定された平均信号レベル判断基準値 S_{AV1} を下回ったことが判定されるか、或いは周波数領域信号判定手段52により、周波数解析手段50により周波数解析されたAE信号の周波数成分のうち、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周において定められた位置固定の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域Bの信号の大きさ S_{FT} が予め設定された周波数成分判断基準値 S_{FT1} を上まわったことが判定されると、超砥粒研削砥石12の使用限界を表す使用限界信号SLを、表示装置38に供給して超砥粒研削砥石12の使用限界を示す表示を光、画像、或いは音声などを用いて実行させるとともに、回転停止装置40に供給して超砥粒研削砥石12を回転駆動している図示しないモータを自動的に停止させる。

【0028】上述のように、本実施例によれば、超砥粒層22とは異なる硬さの砥粒から構成された使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周研削面において局部的に現れると、超砥粒研削砥石12のドレッシング時において発生するAE信号にはその使用限界表示部24との摺接に対応した信号が含まれるようになるので、使用限界判定手段（電子演算制御装置36）により、そのAE信号の変化に基づいてその使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出したことが判定される。このため、超砥粒研削砥石12の回転状態で上記使用限界表示部24が外周研削面に現れたか否かが自動的に判定されるので、外周研削面を視認するために超砥粒研削砥石12の回転を停止させる必要がなく、ドレッシング作業能率が高められるとともに、被削材を研削加工する場合にはその実稼働時間の損失が解消される。また、超砥粒研削砥石12が目視できない位置に装着されていてもその使用限界が自動的に判定されるので、湿式研削や自動研削盤などにおいて研削作業の自動化が容易となる。しかも、超砥粒層22が殆ど残存しない状態まで超砥粒研削砥石を使用できるので、未だ使用可能な砥石を早めに交換する必要がない。

【0029】また、本実施例によれば、使用限界判定手段として機能する電子演算制御装置36は、AEセンサ30により検出されたAE信号の平均信号レベル S_{AV} を算出する平均信号レベル算出手段46と、その平均信号レベル算出手段46により算出されたAE信号の平均信号レベル S_{AV} が予め設定された平均信号レベル判断基準値 S_{AV1} を下回ったことを判定する平均信号レベル判定手段48とを含み、その平均信号レベル判定手段48によりAE信号の平均信号レベル S_{AV} が予め設定された平均信号レベル判断基準値 S_{AV1} を下回ったと判定されたことに基づいて使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出したことを判定するものである。これにより、超砥粒研削砥石の回転中たとえばドレッシング中或いは研削加工中において、使用限界表示部24が超

砥粒研削砥石12の外周面に露出したことが自動的に判定される。

【0030】また、本実施例によれば、使用限界判定手段として機能する電子演算制御装置36は、AEセンサ30により検出されたAE信号の周波数解析を行う周波数解析手段50と、その周波数解析手段50により周波数解析されたAE信号の周波数領域のうち、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域Bの信号の大きさ S_{FT} が予め設定された周波数成分判断基準値 S_{FT1} を上まわったことを判定する周波数領域信号判定手段52を含み、その周波数領域信号判定手段52により、AE信号の周波数領域のうちの周波数領域Bの信号の大きさ S_{FT} が予め設定された周波数成分判断基準値 S_{FT1} を上まわったと判定されたことに基づいて、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出したことを判定するものであることから、超砥粒研削砥石の回転中たとえばドレッシング中或いは研削加工中において、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出したことが自動的に判定される。

【0031】また、本実施例の電子演算制御装置36には、平均信号レベル判定手段48により、AE信号の平均信号レベル S_{AV} が予め設定された平均信号レベル判断基準値 S_{AV1} を下回ったことが判定されるか、或いは周波数領域信号判定手段52により周波数領域Bの信号の大きさ S_{FT} が予め設定された周波数成分判断基準値 S_{FT1} を上まわったことが判定されると、超砥粒研削砥石12の使用限界を表す使用限界信号SLを、表示装置38および回転停止装置40に供給する使用限界出力手段54が設けられているので、超砥粒研削砥石12の使用限界の判定の信頼性が一層高められる利点がある。

【0032】また、本実施例によれば、使用限界表示部24は、超砥粒層22の内側に設けられたダミー層20の外周面の一部が僅かに外周側に突き出したものであり、そのダミー層20は、所定の粒径を有する主砥粒と、その主砥粒の1/2乃至1/3の平均粒径を備えた副砥粒を含む砥石組織から成るものであることから、使用限界表示部24が被削材に接触しても加工不良品を発生させないし、ダミー層20のプレス成形時のスプリングバックが小さくされ得る径方向すなわち厚み方向において高い寸法精度が得られ、たとえば従来の0.2mm程度の厚み公差に対して0.02mm程度の厚み公差のダミー層20が得られる利点がある。

【0033】また、前述の実施例の超砥粒研削砥石12は、その回転中心に対して使用限界表示部24の存在位置と反対側に位置を示す位置マーク25を備えたものである。このため、超砥粒研削砥石12をそれが支持される回転支持軸14に取り付けるに際して、位置マーク25を利用してその位置マーク25を上方に位置させた状態で超砥粒研削砥石12を回転支持軸14に締着するこ

とによりその超砥粒研削砥石12と回転支持軸14との間の嵌合公差分たとえば $20\mu\text{m}$ だけ使用限界表示部24が外周側に位置するように固定されるので、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に確実に露出させられる利点がある。

【0034】次に、本発明の他の実施例を説明する。なお、以下の説明において前述の実施例と共通する部分には同一の符号を付して説明を省略する。

【0035】図5の使用限界判定装置60において使用限界判定手段として機能する電子演算制御装置36は、超砥粒研削砥石12が被削材62を研削しており、その超砥粒研削砥石12の外周面を照射する光源64と超砥粒研削砥石12の外周面のうちその光源64により照射された部分からの反射光を連続的に受光する反射光検出装置66とが設けられ、その反射光検出装置66から出力された受光信号からノイズを除去するフィルタ68が設けられている。上記電子演算制御装置36は、前述の実施例と同様の制御機能を有する平均信号レベル算出手段70、平均信号レベル判定手段72、周波数解析手段74、周波数領域信号判定手段76、使用限界出力手段78を備えている。

【0036】使用限界判定装置60内の平均信号レベル算出手段70では、連続的に入力される上記受光信号の移動平均値である平均信号レベル H_{AV} が算出される。平均信号レベル判定手段72では、その平均信号レベル H_{AV} が予め設定された平均信号レベル判断基準値 H_{AV1} を下回ったか否かを判定する。この平均信号レベル判断基準値 H_{AV1} は、超砥粒層22とは色相が異なる使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出させられたときの平均信号レベル H_{AV} の変化を判定するために設定された値である。超砥粒層22よりも使用限界表示部24の色相を示す濃淡が薄い場合は、使用限界表示部24が露出させられていないときの平均信号レベル H_{AV} よりも低い値に設定され、超砥粒層22よりも使用限界表示部24の色相を示す濃淡が濃い場合は、使用限界表示部24が露出させられていないときの平均信号レベル H_{AV} よりも高い値に設定される。

【0037】周波数解析手段74は、連続的に入力される受光信号の周波数解析をたとえば高速フーリエ変換を用いて実行し、受光信号を構成する周波数成分毎の信号強度を、たとえば図4に示すように算出する。周波数領域信号判定手段76は、上記周波数解析手段74により周波数解析された受光信号の周波数成分のうち、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周において定められた位置固定の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域Bの信号の大きさ(信号強度) H_{FT1} が予め設定された周波数成分判断基準値 H_{FT1} を上まわったか否かを判定する。図4に示す受光信号の周波数成分において、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周に露出させられると、その使用限界表示部24の通過周期

に対応する周波数成分を含む周波数領域Bの信号成分が大きくなってピークが発生することから、上記周波数成分判断基準値 H_{FT1} はそのピークの有無を判定するために予め実験的に設定されたものである。

【0038】使用限界出力手段78は、上記平均信号レベル判定手段72により、受光信号の平均信号レベル H_{AV} が予め設定された平均信号レベル判断基準値 H_{AV1} を下回ったか或いは上回ったことが判定されるか、或いは周波数領域信号判定手段76により、受光信号の周波数成分のうち、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周において定められた位置固定の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域Bの信号の大きさ H_{FT1} が予め設定された周波数成分判断基準値 H_{FT1} を上まわったことが判定されると、超砥粒研削砥石12の使用限界を表す使用限界信号SLを、表示装置38に供給して超砥粒研削砥石12の使用限界を示す表示を光、画像、或いは音声などを用いて実行させるとともに、回転停止装置40に供給して超砥粒研削砥石12を回転駆動している図示しないモータを自動的に停止させる。

【0039】本実施例によれば、超砥粒層22とは異なる色相の材質から構成された使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周研削面において局部的に現れると、その外周面からの反射光にはその使用限界表示部24の色相に対応した信号が含まれるようになるので、使用限界判定手段(電子演算制御装置36)により、その反射光の変化に基づいてその使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出したことが判定される。このため、超砥粒研削砥石12の回転状態で上記使用限界表示部24が外周研削面に現れたか否かが自動的に判定されるので、外周研削面を視認するために超砥粒研削砥石12の回転を停止させる必要がなく、ドレッシング作業の場合にはその能率が高められるとともに、被削材62を研削する場合にはその研削加工時間すなわち実稼働時間の損失が解消される。また、超砥粒研削砥石12が目視できない位置に装着されていてもその使用限界が自動的に判定されるので、湿式研削や自動研削盤などにおいて研削作業の自動化が容易となる。しかも、超砥粒層22が殆ど残存しない状態まで超砥粒研削砥石を使用できるので、未だ使用可能な砥石を早めに交換する必要がない。さらに、使用限界表示部24が超砥粒層22の外周面から予め設定された使用限界厚みだけ内周側に位置する部分であって周方向の一部に設けられているので、使用限界が判定されたときでも、被削材62に対しては専ら超砥粒層22が摺接しているので、研削加工面の荒れなどが好適に防止される。

【0040】また、本実施例において、使用限界判定手段として機能する電子演算制御装置36は、反射光検出装置66により検出された反射光を表す受光信号の平均信号レベル H_{AV} を算出する平均信号レベル算出手段70と、その平均信号レベル算出手段70により算出された

受光信号の平均信号レベル H_{AV} が予め設定された平均信号レベル判断基準値 H_{AV1} を上回ったこと或いは下回ったことを判定する平均信号レベル判定手段72とを含み、その平均信号レベル判定手段72により反射光を表す信号の平均信号レベル H_{AV} が予め設定された平均信号レベル判断基準値 H_{AV1} を上回った或いは下回ったと判定されたことに基づいて、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出したことを判定するものである。このため、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出したことが自動的に判定される。

【0041】また、本実施例において、使用限界判定手段として機能する電子演算制御装置36は、反射光検出装置66により検出された反射光を表す受光信号の周波数解析を行う周波数解析手段74と、その周波数解析手段74により周波数解析された受光信号の周波数領域のうち使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周の所定場所を通過する周波数に対応する周波数領域Bの信号の大きさ H_{FT} が予め設定された周波数成分判断基準値 H_{FT1} を上まわったことを判定する周波数領域信号判定手段76とを含み、その周波数領域信号判定手段76により、上記周波数領域Bの信号の大きさ H_{FT} が予め設定された周波数成分判断基準値 H_{FT1} を上まわったと判定されたことに基づいて、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出したことを判定するものである。使用限界表示部24が前記超砥粒研削砥石12の外周面に露出したことが自動的に判定される。

【0042】また、本実施例の電子演算制御装置36には、平均信号レベル判定手段70により、受光信号の平均信号レベル H_{AV} が予め設定された平均信号レベル判断基準値 H_{AV1} を下回ったこと或いは上まわったことが判定されるか、或いは周波数領域信号判定手段76により周波数領域Bの信号の大きさ H_{FT} が予め設定された周波数成分判断基準値 H_{FT1} を上まわったことが判定されると、超砥粒研削砥石12の使用限界を表す使用限界信号SLを、表示装置38および回転停止装置40に供給する使用限界出力手段78が設けられているので、超砥粒研削砥石12の使用限界の判定の信頼性が一層高められる利点がある。

【0043】図6および図7は、超砥粒研削砥石12の他の構成例を示している。この実施例の超砥粒研削砥石12は、台金18の外周面に複数個のセグメントチップ砥石80が貼り付けられることにより構成されている。このセグメントチップ砥石80は、ダミー層20の外側に超砥粒層22が固着されることにより構成されている。複数個のセグメントチップ砥石80のうちの所定個、本実施例では1個のセグメントチップ砥石80aのダミー層20は、使用限界表示部24として機能するために、他のセグメントチップ砥石80に比較して、たとえば0.04mm程度大きくされている。本実施例の超砥粒研削砥石12にも、上記使用限界表示部24の周方向

の位置の中心線に対する反対側の位置を示すための位置マーク25が付されている。

【0044】以上、本発明の一実施例を図面を用いて説明したが、本発明はその他の態様においても適用される。

【0045】たとえば、前述の図1では、ドレッシング作業中の超砥粒研削砥石12が示されていたが、図5に示すように、被削材62を研削する研削作業中であってよい。この場合には、AEセンサ30は被削材62に設けられる。また、そのAEセンサ30は超砥粒研削砥石12内に設けられてもよい。

【0046】また、前述の実施例の使用限界表示部24は、超砥粒研削砥石12の外周面において回転軸心に平行な線に対して傾斜させられていてもよい。このようにすれば、使用限界表示部24が超砥粒研削砥石12の外周面に露出させられた状態での被削材62に対する研削能率の急変が回避される。さらに、砥石境界表示部24は、必ずしも砥石幅寸法の全体に設けられる必要はなく、その砥石幅寸法の中央部や端部などの一部分であってもよい。

【0047】また、前述の実施例の位置マーク25は、超砥粒研削砥石12において使用限界表示部24の周方向の位置の中心線に対する反対側の位置を示すことにより、間接的に使用限界表示部24の位置を示すものであったが、使用限界表示部24の近傍に設けることにより使用限界表示部24の位置を直接的に示すようにしてもよい。

【0048】また、前述の使用限界表示部24は、超砥粒研削砥石12において1個だけ設けられた場合が示されていたが、周方向に等間隔或いは不等間隔の位置に複数個設けられていてもよい。

【0049】また、前述のダミー層20は、超砥粒層22とは異なるAE信号を発生させるために、熔融μライト砥粒、或いは熔融アルミナ、炭化珪素などの一般砥粒から構成されていたが、他の無機材料粒子が用いられていてもよい。たとえば、このダミー層20は、使用限界表示部24が露出したことを示すAE信号の変化すなわちAE信号の平均信号レベルの変化、特定の周波数領域Bの信号強度変化が得られる材料或いは構造であればよい。このため、上記ダミー層20は、たとえば超砥粒層22の超砥粒の含有割合を減少させた構成であってもよいし、超砥粒と前述の熔融μライト或いは一般砥粒とが混合された構成であってもよい。

【0050】また、前述の図5の実施例において、反射光検出装置66は、反射光をカラーで検出するカラー反射光検出装置であってもよい。このような場合には、使用限界表示部24の色相の波長を専ら通過させるカラーフィルタを用いることにより、一層判定精度が高められる。

【0051】また、前述の電子演算制御装置36、60

は、所謂マイクロコンピュータにより構成されていたが、プログラムを用いなくて同様の制御機能を生ずるために個々の論理素子を構成する電子部品から構成された所謂ハードロジックおよびコンパレータにより構成されてもよい。

【0052】なお、上述したのはあくまでも本発明の一実施例であり、本発明はその主旨を逸脱しない範囲において種々の変更が加えられ得るものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の超砥粒研削砥石の使用限界判定装置の構成を説明するブロック図である。

【図2】図1の装置に用いられる超砥粒研削砥石を説明する正面図である。

【図3】図1の装置に用いられる超砥粒研削砥石の要部を説明する図であって、図2の要部拡大図である。

【図4】図1の周波数解析手段により周波数解析されたAE信号のスペクトル例を示す図である。

【図5】本発明の他の実施例における超砥粒研削砥石の使用限界判定装置の構成を説明するブロック図である。

【図6】本発明の他の実施例の超砥粒研削砥石を説明する正面図であって、図2に相当する図である。

【図7】図6の超砥粒研削砥石の要部を拡大して説明する図であって、図3に相当する図である。

【符号の説明】

10、60：使用限界判定装置

12：超砥粒研削砥石

22：超砥粒層

24：使用限界表示部

30：AEセンサ（AE信号検出装置）

36：電子演算制御装置（使用限界判定手段）

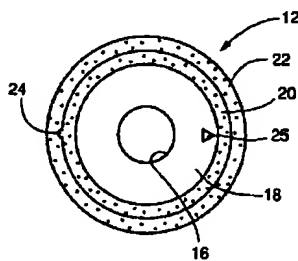
46、70：平均信号レベル算出手段

48、72：平均信号レベル判定手段

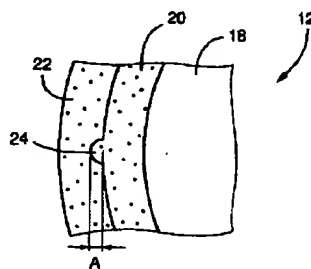
50、74：周波数解析手段

52、76：周波数領域信号判定手段

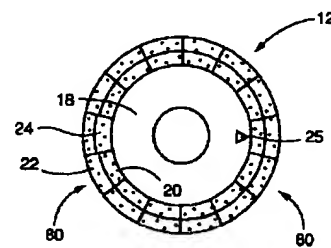
【図2】



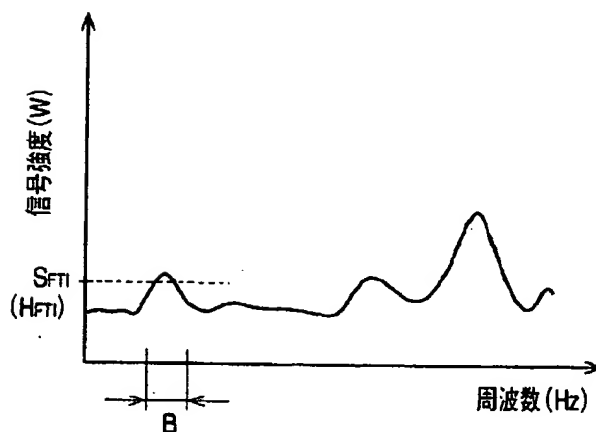
【図3】



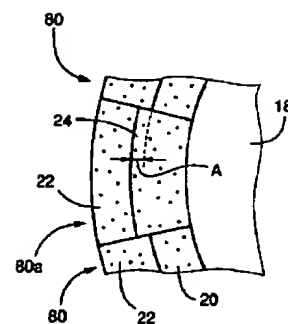
【図6】



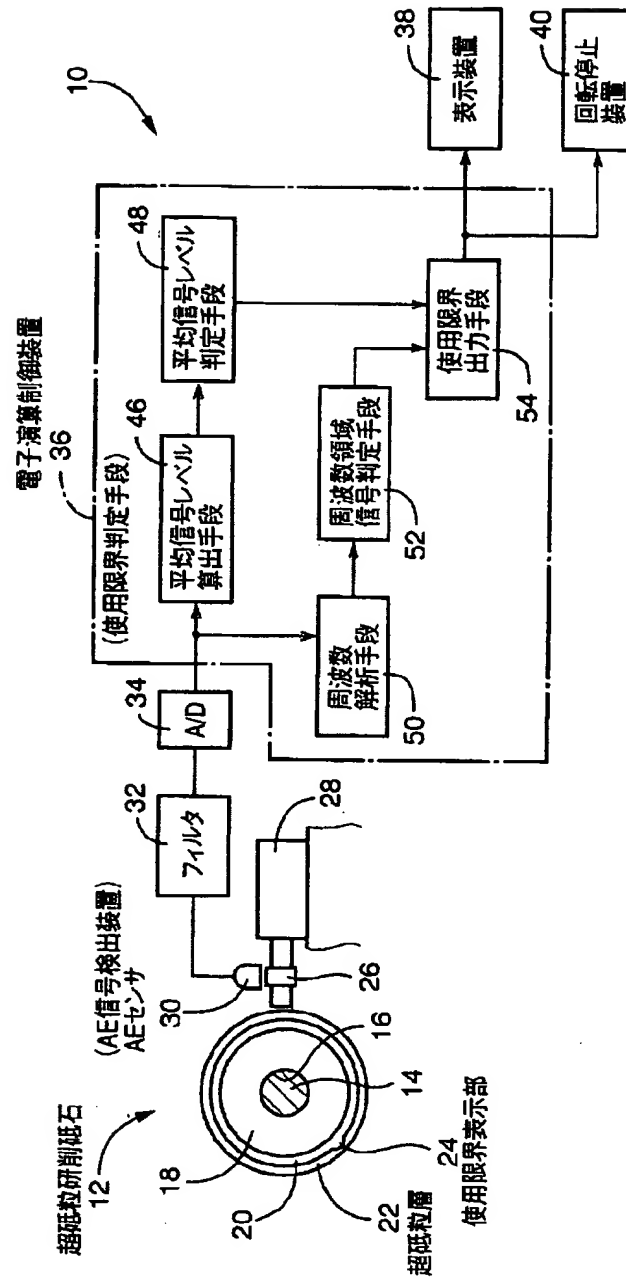
【図4】



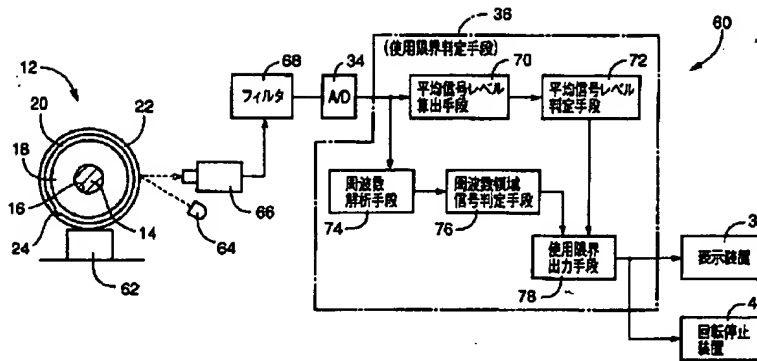
【図7】



【図1】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

B 2 4 D 3/34

識別記号

F I

B 2 4 D 3/34

テーマコード(参考)

Z